



Научная статья

О ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОМСКА

А.С. Крига¹, С.В. Никитин², Е.Л. Овчинникова^{2,3}, О.В. Плотникова³,
А.С. Колчин³, М.Н. Черкашина², И.Г. Винокурова², М.А. Дунаева²

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, Россия, 644001, г. Омск, ул. 10 лет Октября, 98

²Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области, Россия, 644116, г. Омск, ул. 27-я Северная, 42 А

³Омский государственный медицинский университет, Россия, 644099, г. Омск, ул. Ленина, 12

Подведены предварительные итоги первых двух лет реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Омска. Рассматриваются вопросы реализации Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов, приводится оценка санитарно-эпидемиологической ситуации, связанной с загрязнением воздуха населенных мест города, освещаются мероприятия по оптимизации лабораторной сети наблюдения за качеством атмосферного воздуха. На начальном этапе реализации федерального проекта важно получить максимально объективную информацию о рисках здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха.

Оценены промежуточные итоги реализации федерального проекта с учетом проведенного предварительного анализа состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Омска, связанного с загрязнением атмосферного воздуха.

Объектом исследования послужили качество атмосферного воздуха г. Омска, потенциальные риски здоровью и показатели здоровья населения, ассоциированные с загрязнением атмосферного воздуха за период 2009–2019 гг.

Исследование проводилось в соответствии с методологией оценки риска здоровью при воздействии химических веществ (Р 2.1.10.1920-04). Использованы методы, подходы и алгоритмы, изложенные в нормативно-методических документах МР 2.1.6.0158-19, МР 2.1.6.0156-19, с применением геоинформационных технологий, статистических методов исследования.

В ходе исследования получено обоснование программы наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом всех ведомственных систем наблюдения, пространственного распределения суммарного коэффициента опасности (S) на сельтебной территории г. Омска и предварительных данных сводных расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ. Предложен перечень контрольных показателей и их оценка в целях обеспечения объективного и своевременного мониторинга выполнения Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Омска. Дана оценка выполнения Комплексного плана по итогам реализации мероприятий в 2019 г.

Ключевые слова: федеральный проект «Чистый воздух», загрязнение атмосферного воздуха, выбросы, приоритетные вещества, мониторинг, риск здоровью, здоровье населения.

© Крига А.С., Никитин С.В., Овчинникова Е.Л., Плотникова О.В., Колчин А.С., Черкашина М.Н., Винокурова И.Г., Дунаева М.А., 2020

Крига Александр Сергеевич – кандидат медицинских наук, руководитель (e-mail: rpn@55.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (3812) 32-60-32; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2597-6662>).

Никитин Сергей Владимирович – кандидат медицинских наук, главный врач (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; тел.: 8 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8629-2264>).

Овчинникова Елена Львовна – кандидат медицинских наук, врач, доцент (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; тел.: 8 (3812) 68-09-77, 8 (913) 649-10-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617>).

Плотникова Ольга Владимировна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой (e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; тел.: 8 (913) 974 31-36; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0696-3516>).

Колчин Андрей Сергеевич – кандидат медицинских наук, доцент (e-mail: kandsmed@yandex.ru; тел.: 8 (913) 679-90-11; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784>).

Черкашина Марина Николаевна – заведующий отделом организации и обеспечения деятельности (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; тел.: 8 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9649-8784>).

Винокурова Ирина Гавриловна – заведующий отделением социально-гигиенического мониторинга (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; тел.: 8 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9712-9673>).

Дунаева Марина Анатольевна – заведующий отделением компьютерных технологий и программного обеспечения (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; тел.: 8 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9961-4480>).

Федеральный проект «Чистый воздух», как и все национальные проекты, начинает отчет реализации мероприятий с базового 2017 г. В соответствии с целями федерального проекта основная задача мониторинга – контроль снижения совокупного объема выбросов загрязняющих веществ к 2024 г. не менее чем на 20 % и увеличение доли граждан крупных промышленных центров, удовлетворенных качеством атмосферного воздуха, до 90 %.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека является соисполнителем федерального проекта и в силу заявленной миссии и целей деятельности не может ограничиваться только снижением объемов выбросов и ставит задачи по улучшению состояния популяционного здоровья населения, ассоциированного с качеством атмосферного воздуха¹. Сокращение валового выброса на заданную величину без учета рисков здоровью жителей далеко не всегда может привести к благоприятному качеству атмосферного воздуха и, следовательно, существенно улучшить условия жизни населения [1, 2].

Несмотря на, казалось бы, длительный срок реализации проекта – пять лет, состояние здоровья населения как главный конечный результат таких мероприятий имеет значительную инерцию. Недавно изданный указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 о национальных целях развития государства определил новые контрольные «цифры», которые необходимо достичь к 2030 г. Среди них – «снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в два раза»². Новые цели в значительной степени должны интенсифицировать мероприятия по снижению выбросов, прежде всего, приоритетных загрязняющих веществ. Целесообразно уже сейчас, в рамках федерального проекта, закладывать в комплексные планы по снижению выбросов именно те технические и организационные мероприятия, которые смогут обеспечить столь масштабное снижение выбросов приоритетных веществ в будущем. В соответствии с Федеральным законом от 26 июля 2019 г. № 195-ФЗ о проведении эксперимента по квотированию выбросов, к приоритетным загрязняющим веществам относятся вещества, выбросы

которых влияют не только на превышение гигиенических нормативов, но и создают риски для здоровья человека³. Поэтому так важно на самых ранних этапах реализации федерального проекта выбрать направления действий, которые будут способствовать существенному снижению медико-демографических потерь.

Цель исследования – оценка предварительных итогов (2018–2019 гг.) реализации федерального проекта с учетом состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Омска, связанного с загрязнением атмосферного воздуха.

Материалы и методы. Качество атмосферного воздуха г. Омска, потенциальные риски здоровью и показатели здоровья, ассоциированные с загрязнением воздуха населенных мест, оценивались за период 2009–2019 гг. В этих целях использовались данные из источников официальной статистики федеральных и региональных органов исполнительной власти (Росприроднадзор, Роспотребнадзор, Федеральная служба государственной статистики, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации).

Оценка риска здоровью населения проводилась в соответствии с методологией оценки риска здоровью при воздействии химических веществ (Р 2.1.10.1920-04)⁴. Для проведения анализа санитарно-эпидемиологической ситуации, характеризующей качество атмосферного воздуха и его влияние на здоровье населения, обоснования мероприятий по снижению выбросов и формирования актуализированной межведомственной мониторинговой лабораторной сети использовались методические подходы, методики и алгоритмы, предложенные научно-исследовательскими учреждениями Роспотребнадзора, в том числе в рамках методического обеспечения федерального проекта «Чистый воздух» (МР 2.1.6.0156-19 «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения»; МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

² О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/ (дата обращения: 30.07.2020).

³ О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха: Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329955/ (дата обращения: 30.07.2020).

⁴ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200037399> (дата обращения: 30.07.2020).

воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга»).

В исследовании применялись геоинформационные технологии, статистические методы исследования.

Результаты и их обсуждение. К 2017 г., с правовой точки реализации федерального проекта, г. Омск занимал девятую позицию в ранжированном перечне городов и городских округов Российской Федерации, характеризующихся наибольшими значениями показателя «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников»⁵.

Развитая, нарастающая объемы продукции нефтехимической промышленности, теплогенерирующие производства, работающие на угле, автотранспорт и автономные источники теплоснабжения совокупно формировали сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха города. Максимальные разовые концентрации превышали допустимые уровни по ароматическим углеводородам (в основном ксилол, толуол, фенол), формальдегиду, бензапирену, взвешенным веществам, диоксиду серы, оксиду азота, оксиду углерода. Вплоть до 2017 г. практически ежегодно регистрировались случаи значительного превышения ПДК_{мр} более чем в 10 раз по формальдегиду, хлориду водорода.

Для атмосферного воздуха Омска характерно многолетнее превышение уровней референтных концентраций формальдегида (в 2,3 раза), меди (в 2,5 раза), марганца (в 1,4 раза) при хроническом ингаляционном воздействии. Превышения предельных среднегодовых и среднесуточных концентраций в 2017 г. регистрировались в отношении взвешенных веществ РМ_{2,5} (в 1,3 раза), РМ₁₀ (в 1,4 раза), формальдегида (в 1,07 раза), бенз(а)пирена (в 1,9 раза).

Потенциальное и фактическое состояние здоровья населения города, ассоциированное с загрязнением атмосферного воздуха, на протяжении всего периода наблюдения характеризовалось повышенными уровнями канцерогенных и неканцерогенных рисков здоровью, повышенными уровнями показателей общей смертности и заболеваемости, а также неблагоприятной динамикой, особенно до 2015 г.

На протяжении последнего десятилетия индивидуальный канцерогенный риск превышал допустимый уровень, который в соответствии с классификацией уровней риска⁶ оценивался как «настораживающий», и в 2017 г. составлял $2,45 \cdot 10^{-4}$.

К приоритетным риск-образующим канцерогенам относятся формальдегид, бензол, сажа, бенз(а)пирен и некоторые металлы: хром, никель, кадмий, свинец.

Риск здоровью населения г. Омска, связанный с неканцерогенными эффектами загрязняющих веществ, также был выше допустимого уровня на протяжении многолетнего периода наблюдений, и к 2017 г. индекс неканцерогенной опасности для органов дыхания составлял 9,8 (высокий уровень).

Риск развития неканцерогенных эффектов в отношении органов дыхания в наибольшей степени зависит от объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На величину риска оказывают влияние среднесуточные (среднегодовые) концентрации большинства загрязняющих веществ: формальдегида (среднемультилетный коэффициент опасности 2,7), взвешенных веществ, сажи, хлористого водорода, металлов (меди, марганца, хрома, кадмия, никеля, цинка), оксида азота, диоксида азота, оксида углерода, аммиака и других.

Данные многочисленных научных исследований подтверждают влияние указанных веществ на развитие заболеваний органов дыхания различной тяжести [3–8].

Среднегодовые индексы опасности развития неканцерогенных эффектов в отношении системного воздействия на организм человека, а также иммунной системы долгое время находились в диапазоне «настораживающий уровень», и только к 2017 г. снизились до уровня «допустимый риск».

Установлено, что во всех 12 городах, реализующих федеральный проект, риски для здоровья были на неприемлемых уровнях, с преимущественной направленностью действия на органы дыхания, систему крови, процессы развития, иммунную систему, сердечно-сосудистую систему, ЦНС и репродуктивную систему⁷.

Расчитанные риски здоровью населения коррелируют с данными о фактическом состоянии здоровья. По данным научных исследований на территориях с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью заболеваемость детского населения в 1,7 раза превышает среднероссийский показатель, прослеживается тенденция к увеличению распространенности у детей патологии органов дыхания в 1,4 раза, заболеваний желудочно-кишечного тракта – в 1,2 раза, болезней кожи и подкожной клетчатки – в 1,7 раза [9].

⁵ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с.

⁶ Уровни риска здесь и далее оценивались в соответствии с классификацией, предложенной методическими рекомендациями: МР 2.1.6.0156-19. Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: методические рекомендации. – М., 2019.

⁷ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

В результате сравнительного анализа средних многолетних показателей здоровья населения в Омском регионе, Российской Федерации и Сибирском федеральном округе (СФО) определены приоритетные показатели здоровья, достоверно превышающие среднероссийские данные и, что особенно важно, средние показатели по СФО, так как в последнем случае отмечаются наиболее сходные климатические и социально-экономические условия. Так, в 2017 г. в качестве основных приоритетных показателей здоровья выделены: смертность от всех причин (1292,0 на 100 тысяч населения), в том числе по причине болезней органов дыхания (57,7 на 100 тысяч), злокачественных новообразований (490,6 на 100 тысяч), младенческая смертность (6,9 на 1000 родившихся живыми) и перинатальная смертность (8,01 на 1000 родившихся живыми и мертвыми), смертность лиц в трудоспособном возрасте.

Согласно документам Всемирной организации здравоохранения, существуют неопровержимые свидетельства наличия связи между загрязнением воздуха и смертностью младенцев. Кроме того, воздействие загрязненного воздуха на детей в раннем периоде жизни с большей вероятностью приводит к неблагоприятному исходу по мере их роста и во взрослой жизни [3].

Общая впервые выявленная заболеваемость населения Омской области в период 2009–2015 гг. превышала среднероссийские показатели и средние показатели по Сибирскому федеральному округу и имела тенденцию к росту. После 2015 г. уровни заболеваемости впервые начали снижаться. Перечень приоритетных заболеваний в 2017 г. был представлен болезнями крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм (5,8 на 1000 населения), системы кровообращения (43,3), органов пищеварения (90,7), кожи и подкожной клетчатки (42,5), болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ (26,7) и врожденными аномалиями (2,6). Наиболее выраженное превышение региональных показателей над среднероссийскими было характерно для эндокринных заболеваний (90,7 %), болезней системы кровообращения (34,9 %), врожденных аномалий (30,0 %), болезней органов пищеварения (166,8 %).

На наш взгляд, высокий уровень именно этих показателей здоровья не случаен. Доказано, что проживание в зонах с высокой антропогенной нагрузкой увеличивает риск развития гастроэнтерологической патологии на 78 % [9].

Надо отметить, что болезни органов дыхания на протяжении всего наблюдаемого периода не вхо-

дили в перечень приоритетных заболеваний (в отличие от смертности по причине болезней органов дыхания), но уровень заболеваемости взрослых к 2017 г. постепенно увеличивался, в том числе заболеваемость хроническими бронхитами. Также наблюдалось постепенное увеличение заболеваемости астмой во всех возрастных группах, а среди подростков и взрослых – показатель заболеваемости астмой, астматическим статусом в 2017 г. оказался самым высоким за все время наблюдений (142,3 и 130,7 на 100 тысяч населения соответственно).

В числе приоритетных заболеваний у детей первого года жизни – заболевания крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (139,2 на 1000 детей до года жизни), в том числе анемии (130,4), и отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (331,3).

Сравнительный анализ многолетних уровней заболеваемости населения г. Омска и сельских районов Омской области свидетельствует о значительном превышении показателей заболеваемости городских жителей над сельскими. Например, средний многолетний уровень общей впервые выявленной заболеваемости у детей в возрасте от рождения до 14 лет, проживающих на территории города, выше, чем у сельских сверстников, в 1,8 раза; новообразований – в 4,3 раза; болезней органов дыхания – в 1,9 раза, органов пищеварения в 2,8 раза, болезней кожи, подкожной клетчатки – в 2,2 раза.

Среднепогодный уровень заболеваемости городских младенцев также значительно выше, чем у сельских жителей в возрасте до одного года: общий уровень заболеваемости – в 1,6 раза; заболевания органов пищеварения – в 2,3 раза; заболевания органов дыхания – в 1,9 раза; отдельные состояния, возникающие в перинатальный период, – в 1,8 раза; врожденные аномалии – в 3,5 раза.

По данным научных исследований к основным показателям здоровья, которые ассоциируются с загрязнением атмосферного воздуха, относятся смертность и заболеваемость болезнями органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения, злокачественных новообразований; заболеваемость крови и кроветворных органов, эндокринной системы, новообразований [2, 6, 9–12].

Проведены расчеты дополнительных случаев смерти и заболеваний в течение 2017 г. от воздействия повышенных уровней среднегодовых и среднесуточных концентраций взвешенных веществ ($PM_{2,5}$, PM_{10}), зарегистрированных на некоторых постах⁸. Отечественные и многие зарубежные авторы указывают на взвешенные вещества ($PM_{2,5}$, PM_{10}) как на

⁸ Расчеты проводились в соответствии с МР 2.1.6.0156-19. Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: методические рекомендации. – М., 2019.

важный индикатор загрязненного атмосферного воздуха и его влияние на здоровье человека [4, 5, 8, 13–17].

В результате прироста среднегодовой концентрации $PM_{2.5}$ на $0,0083 \text{ мг/м}^3$ у жителей г. Омска появился риск формирования девяти дополнительных случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний к фоновому количеству (453,9 на 100 тысяч); 40 дополнительных случаев смерти от всех естественных причин для лиц в возрасте старше 30 лет к фоновому количеству (957,3 на 100 тысяч).

Прирост среднегодовой концентрации PM_{10} на $0,0155 \text{ мг/м}^3$ формирует для жителей г. Омска вероятность семи дополнительных случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний; 47 дополнительных случаев заболеваний хроническим бронхитом среди взрослых к фоновому (248,0 на 100 тысяч).

В соответствии с задачами федерального проекта в г. Омске сформирован Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на период до 2024 г.

В Комплексном плане учтены природоохранные мероприятия предприятий, оказывающих наиболее неблагоприятное воздействие на здоровье населения г. Омска и формирующих недопустимые риски. Это предприятия нефтехимической промышленности и предприятия теплоэнергетики. В отношении всех промышленных объектов, загрязняющих атмосферный воздух, была проведена идентификация опасности и получены суммарные нормированные коэффициенты опасности для каждого предприятия. Ранжирование по данному коэффициенту позволило выделить 35 приоритетных предприятий, из них – семь ведущих предприятий с большим отрывом от остальных объектов по степени влияния на здоровье населения (структурные подразделения ТГК-11 ТЭЦ-5, ТЭЦ-4, АО «Газпромнефть – Омский НПЗ», АО «Омский каучук», ООО «Омсктехуглерод» и др.).

В соответствии с мероприятиями Комплексного плана предполагается снижение совокупного выброса загрязняющих веществ по сравнению с базовым 2017 г. на 22,8 %, что составляет 56,212 тысячи т. Причем снижение выбросов в большей степени предусмотрено от стационарных источников (33,7 тысячи т), остальное количество – 22,56 тысячи т приходится на транспорт. Таким образом, выбросы от стационарных источников должны снизиться с 163,7 тысячи т в 2017 г. до 130,0 тысячи т в 2024 г., от передвижных источников – с 87,1 до 64,5 тысячи т в основном за счет строительства автомобильных газонаполнительных компрессорных станций и использования природного газа в качестве моторного топлива.

Исследованы данные по выбросам предприятий (368 объектов) по 341 веществу за 2017–2018 гг. – проведена идентификация опасности веществ. В результате актуализирован перечень приоритетных веществ, в том числе не измеряемых на постах мониторинговой сети.

В процессе формирования перечня приоритетных веществ учитывались, в первую очередь, индексы сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности, плотность селитребной застройки, наличие жалоб на загрязнение атмосферного воздуха и их территориальное распределение; наличие превышений гигиенических нормативов, динамика среднегодовых концентраций, степень вклада в величину канцерогенного и неканцерогенного риска. Кроме того, принимались во внимание рекомендации научного сообщества по перечню приоритетных загрязнителей для мегаполисов [3, 18].

По итогам исследования в перечень приоритетных загрязнителей, в отношении которых предлагается проводить систематические гигиенические оценки, оценку риска здоровью населения, вошли вещества: диоксид серы, диоксид азота, сероводород, оксид углерода, бензол, углерод (сажа), диметилбензол (ксилол), гидроксibenзол (фенол), аммиак, метилбензол (толуол), этилбензол, 3,4-бензпирен, формальдегид, хром (шестивалентный), оксид никеля (в пересчете на никель), взвешенные вещества PM_{10} , $PM_{2.5}$.

Исследования, проведенные в г. Чите, указывают на сходный перечень приоритетных загрязняющих веществ. При этом в г. Омске максимальные сравнительные канцерогенные и неканцерогенные индексы на порядок ниже, чем в Чите. В обоих городах значительные объемы выбросов загрязняющих веществ связаны с использованием предприятиями теплоэнергетики, частным сектором угля как топлива и климатическими особенностями регионов [19].

На влияние автономных источников на формирование сверхнормативных уровней загрязнения атмосферного воздуха указывают исследования, проведенные в г. Красноярске [20].

Для г. Омска определены загрязнители, по которым предполагается проводить наблюдение с целью выявления нарушений индикаторов риска обязательных требований в ходе мероприятий по контролю без взаимодействия с юридическими лицами: марганец, акролеин, метантиол (метилмеркаптан), керосин, 1,2-дихлорэтан, акрилонитрил, сероуглерод, хлорид водорода, тетрахлорметан, трихлорэтилен, медь, кадмий.

Среди приоритетных, но неконтролируемых веществ – акролеин и 1,3-бутадиен (дивинил). Вещества содержатся и в выбросах предприятий, и в выбросах автотранспорта. Так, по данным ведущих ученых, в области оценки риска на долю 1,3-бутадиена приходится 26 % от суммарного канцерогенного риска, формируемого выбросами от автотранспорта [18].

По данным недавно проведенных исследований в городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух» риски для здоровья населения формируют в основном следующие контаминанты: углерод, бенз(а)пирен, бензол, диоксид серы, акри-

лонитрил, марганец, формальдегид, никеля оксид, взвешенные вещества, в том числе взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$, диоксида азота [21].

Установленный перечень приоритетных загрязняющих веществ должен стать основой реализации эксперимента по установлению квот, а также оценки результативности и эффективности (включая экономическую) реализации федерального проекта «Чистый воздух» на основе снижения риска для здоровья населения⁴.

Мероприятиями Комплексного плана установлено, что уменьшение выбросов приоритетных загрязнителей за период с 2019 по 2024 г. произойдет на 14,9 % (24220,8 т), в том числе канцерогенов на 24,9 т (на 3,3 %).

Например, объемы выбросов формальдегида планируется снизить на 52,8 % за счет мероприятий по ликвидации полигонов твердых коммунальных отходов на всей территории г. Омска и снижения выбросов от стационарных источников предприятий – производителей углеводородов; объемы выбросов хрома шестивалентного предполагается снизить на 12,8 % за счет установки дополнительного пылегазоулавливающего оборудования на крупных предприятиях химической промышленности; объемы бенз(а)пирена – на 10,0 % и углерода (сажи) – на 2,6 % за счет установки гибридных фильтров и модернизации технологического оборудования на теплогенерирующих предприятиях и предприятиях по производству автомобильных шин.

В то же время, учитывая новые цели по снижению выбросов от приоритетных веществ в два раза (т.е. на 50 %) до 2030 г., необходимо уже сейчас ставить задачи по снижению выбросов риск-образующих веществ не менее чем на 20–25 % до 2024 г.

Предприятиям г. Омска, имеющим наибольшие выбросы канцерогенов (54 предприятия), были направлены предложения о проведении мероприятий по снижению выбросов по конкретным веществам. Из них 15 предприятий – основных «вкладчиков» в канцерогенные риски – предоставили перечень мероприятий по снижению выбросов в отношении никеля, хрома, бензола, углерода (сажи), бенз(а)пирена, формальдегида, что позволило подготовить дополнительные изменения для внесения в Комплексный план.

Проведена совместно с природоохранными ведомствами оценка системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха и ее адекватность реальной санитарно-гигиенической и экологической ситуации на территории г. Омска на основании пространственного распределения суммарного коэффициента опасности (S) на селитебной территории г. Омска, учитывающего потенциальное воздей-

ствии приоритетных предприятий – источников выбросов на здоровье жителей города⁹ (рисунок). Сформированы карты (слои) в геоинформационной системе (ArcView GIS 3.2). Использование географических информационных систем (ГИС) позволило повысить информативность данных и эффективность анализа [22].

Дополнительно были получены предварительные данные сводных расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ на территории г. Омска, учитывающие суммарные выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников (автотранспорта) и автономных источников теплоснабжения¹⁰. Превышение среднесуточных (среднегодовых) концентраций было выявлено по бенз(а)пирену; превышение максимальных разовых концентраций установлено в отношении 13 загрязняющих веществ, среди которых есть установленные ранее приоритетные вещества – диметилбензол, гидроксibenзол, диоксид азота, диоксид серы, и некоторые новые вещества – дигидропероксид, дигидросульфид, полиэтиленполиамин. Превышения референтных концентраций на отдельных постах (№ 2, 27 (центр города)) регистрировались по диоксиду серы (превышение до 35 %) и бенз(а)пирену (до 32 %). По хрому расчетные среднегодовые концентрации превышали (в среднем в два раза) средние концентрации, полученные в результате натурных исследований, причем во всех реперных точках, совпадающих со стационарными постами лабораторного наблюдения.

Таким образом, были получены аргументы для предварительного обоснования программы наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом всех ведомственных систем наблюдения.

В 2019 г. (до начала оптимизации) лабораторная сеть наблюдений за качеством атмосферного воздуха в г. Омске была представлена десятью стационарными постами (шесть постов Гидромета и четыре поста Министерства природных ресурсов и экологии Омской области), из общего числа которых только на двух постах была реализована полная программа наблюдений. На постах Гидромета исследовались 25 веществ, на постах Министерства природы и экологии – 22. Управлением Роспотребнадзора и Центром гигиены и эпидемиологии в рамках государственного задания проводились ежемесячные отборы проб воздуха (лабораторные исследования с целью получения разовых концентраций) в зонах влияния основных промышленных узлов, что было недостаточно для проведения оценки риска здоровью населения. Данные сведения использовались только для ориентировочных гигиенических оценок.

⁹ Исследование проводилось в соответствии с МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга. – М., 2019.

¹⁰ Расчеты проводились АО «НИИ Атмосфера» в соответствии с государственным контрактом.



Обозначения на карте:

- Граница г. Омска
- Суммарный коэффициент опасности (S) (максимальное значение, первый уровень градации)
- Суммарный коэффициент опасности (S) (второй уровень градации)
- Суммарный коэффициент опасности (S) (третий уровень градации)

Прогнозируемая дислокация стационарных постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха г. Омска, с номерами на 2024 год.

- Посты Министерства природных ресурсов и экологии Омской области
- Посты Гидрометцентра России
- Посты Роспотребнадзора

Рис. Пространственное распределение суммарного коэффициента сравнительной опасности (S) на территории г. Омска, учитывающее потенциальное воздействие промышленных предприятий на селитебную зону города, и прогнозируемая дислокация стационарных постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха до 2024 г.

К недостаткам существующей наблюдательной сети, несмотря на минимальное достаточное количество стационарных постов (10 постов на город-миллионник), относятся:

- несоответствие дислокации постов интенсивности пространственного распределения суммарного коэффициента опасности загрязняющих веществ: не охвачены наблюдением территории некоторых жилых микрорайонов, находящихся в зоне влияния предприятий нефтехимической промышленности на севере города;

- недостаточный охват населения мониторингом на стационарных постах: расстояние между постами превышало 5 км, охват населения мониторингом не более 65 %;

- программа наблюдений на постах не соответствовала гигиеническим задачам. Учитывая, что, с одной стороны, средние концентрации для ряда металлов, таких как кадмий, никель и хром, в основном не превышают предельные значения, а, с другой стороны, канцерогенный потенциал этих веществ крайне высок, и при идентификации опасности эти вещества занимают ведущие места в рейтинге приоритетных веществ, что нельзя игнорировать, следует изменить программу наблюдения, чтобы получить максимально объективную картину по величинам

потенциальных рисков. Так, источниками выбросов хрома в атмосферу на территории г. Омска являются 29 предприятий, рассредоточенных по всей территории города. В ранжированном перечне приоритетных веществ, полученном в результате проведения идентификации опасности, хром занимает 13-е место среди всех загрязняющих веществ, а среди канцерогенов – третье. При этом предварительные сводные расчеты приземных концентраций хрома показали более высокие значения среднегодовых концентраций, чем при натурных исследованиях и во всех реперных точках. В рамках существующего экологического мониторинга отбор проб в отношении хрома и других металлов проводился только на двух постах из десяти по неполной программе исследования; усреднение разовых концентраций по этим веществам проводилось только раз в месяц (для предоставления в органы Роспотребнадзора). Также не исследовались по полной программе и не на всех постах такие приоритетные вещества, как бензол, ксилолы, толуол, этилбензол, сажа, PM_{10} , $PM_{2.5}$, металлы, что, несомненно, влияло на объективность работ по оценке риска здоровью;

- отсутствует обмен первичной информацией по результатам лабораторных исследований постов между Управлением Роспотребнадзора, Министерст-

вом природных ресурсов и экологии Омской области и Гидрометом.

Ряд исследователей (В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина) отмечают, что недостатком существующей в настоящее время системы мониторинга качества среды обитания является плохая совместимость с требованиями, выдвигаемыми системами принятия решений на основе анализа риска здоровью, так как действующие системы контроля не всегда направлены на определение реальных количественных характеристик экспозиции населения и оценку связанных с этим последствий для состояния здоровья [23].

В результате проведенных исследований значительно оптимизирована межведомственная программа мониторинга качества атмосферного воздуха, которая к 2024 г. будет представлена 19 стационарными постами: четыре поста Роспотребнадзора, исследование 18 веществ по полной программе; девять постов Гидромета, исследование 27 веществ по полной схеме; шесть постов Минприроды, исследование 22 веществ (пять по полной программе, один по неполной программе). Подтверждена дислокация большинства существующих постов. Обосновано введение дополнительных постов в жилых микрорайонах, находящихся в зонах влияния приоритетных предприятий, в основном в северо-западной (нефтехимическое производство) и юго-восточной части города (крупные теплогенерирующие производства, работающие на угле), на основании пространственного распределения суммарного коэффициента (S).

С учетом предварительных данных сводных расчетов о превышении предельных среднесуточных и референтных концентраций диоксида серы и бенз(а)пирена в центральной части города, в зонах влияния основных магистралей улично-дорожной сети и автономных источников теплоснабжения установлены дополнительные посты Роспотребнадзора № 2 и № 4. При обосновании размещения дополнительных постов также учитывались плотность жилой застройки, исключение дублирования постов Гидромета и Министерства природы и экологии Омской области. При такой системе наблюдения охват населения мониторингом на постах составит 98,3 %.

Таким образом, проведенная оптимизация лабораторной сети наблюдений за качеством атмосферного воздуха позволит получить более объективную информацию о качестве атмосферного воздуха, выявить и оценить потенциальные риски здоровью, в том числе от выбросов конкретных промышленных предприятий, провести целенаправленные «адресные» и эффективные мероприятия по снижению рисков для здоровья.

Одна из задач исследования – оценить итоги реализации Комплексного плана и определить перечень мониторируемых показателей.

Подробный анализ имеющихся многолетних данных мониторинга качества окружающей среды, подкрепляемых результатами, полученными с по-

мощью моделирования и / или исследований по оценке риска здоровью, является необходимой предпосылкой для установления разумных целевых показателей. В соответствии с рекомендациями ведущих ученых-гигиенистов перечень мониторируемых показателей должен отражать достаточность и эффективность мероприятий проекта «Чистый воздух» по критериям здоровья населения [23, 24].

Б.А. Ревич, Т.Л. Харькова, Е.А. Кваша предлагают в городах проекта «Чистый воздух» оценивать состояние здоровья населения на основании такого наиболее точного и верифицированного индикатора, как смертность. Этот показатель может быть использован при оценке воздействия загрязненного атмосферного воздуха на здоровье наряду с оценкой распространенности бронхиальной астмы, врожденных пороков среди детей [25].

Оперируя понятиями только валового выброса, невозможно идентифицировать наиболее опасные вещества и источники их поступления в атмосферный воздух. В качестве мониторируемых показателей федерального проекта должны присутствовать концентрации загрязняющих веществ, иначе невозможно будет оценить эффективность проекта [1].

На наш взгляд, перечень мониторируемых (контрольных) показателей должен включать:

а) показатели качества атмосферного воздуха (объемы совокупных выбросов по каждому веществу; среднегодовые, среднесуточные и максимальные разовые концентрации приоритетных веществ);

б) показатели индивидуального пожизненного канцерогенного риска и рисков развития неканцерогенных эффектов по критическим органам (системам) и отдельным веществам; доля каждого вещества в структуре потенциальных рисков;

в) показатели смертности и заболеваемости, ассоциированные с воздействием загрязненного атмосферного воздуха (с учетом региональных особенностей и специфических загрязнителей), а также скорость снижения этих показателей по сравнению со средними показателями по Российской Федерации;

г) величины дополнительных неблагоприятных исходов (случаев смертей и заболеваний) в связи со сверхнормативным воздействием загрязняющих веществ;

д) экономические показатели, оценивающие медико-демографические потери в денежном выражении;

е) количество жалоб и результаты социальных опросов населения, указывающие на удовлетворенность качеством атмосферного воздуха.

Контроль выполнения показателей должен оцениваться по уровню достижения целевых значений, рассчитанных для каждого мониторируемого показателя. В качестве целевых используются гигиенические нормативы и допустимые / минимальные значения потенциальных рисков в соответствии с принятыми классификациями.

Предлагается также использовать для оценки уровней риска понятие «приемлемый уровень риска». Максимальное возможное значение приемлемого уровня риска для здоровья населения устанавливается с учетом современного состояния технических, технологических, экономических и социальных возможностей обеспечения безопасных и / или безвредных условий для человека. Приемлемый уровень риска для здоровья может и должен устанавливаться федеральным органом, осуществляющим государственный санитарно-эпидемиологический надзор непосредственно, либо правительством Российской Федерации по его представлению [26, 27].

Для показателей смертности и заболеваемости можно ориентироваться на средние уровни по Российской Федерации; если есть эпидемиологические модели «загрязняющее атмосферный воздух вещество – нозологическая форма (группа заболеваний, класс болезней)» – возможно получение целевых показателей, отражающих значение показателей смертности и заболеваемости при среднегодовых концентрациях загрязняющих веществ, не превышающих референтные уровни. Для ряда показателей здоровья, таких как младенческая смертность, смертность по причине заболеваний системы кровообращения, новообразований, смертность в трудоспособном возрасте, имеет смысл применить значение целевых показателей не ниже предусмотренных Национальным проектом «Здравоохранение»¹¹.

Омскими учеными в ходе научных исследований по формированию здоровья населения г. Омска установлены наиболее чувствительные группы к воздействию загрязненного атмосферного воздуха: беременные и новорожденные; дети в возрасте до года, дети в возрасте до 14 лет. К приоритетным показателям здоровья отнесены общие и частные коэффициенты онкологической заболеваемости, показатели, отражающие состояние здоровья беременных и новорожденных, распространенность заболеваний органов дыхания и пищеварения¹².

Целевым значением для дополнительных неблагоприятных исходов должно быть отсутствие дополнительных случаев смерти, заболеваний, госпитализаций, связанных со сверхнормативным воздействием загрязнителей.

Структура контрольных показателей, на наш взгляд, должна включать не только данные в целом по городу, но и по микротерриториям города, ранжированным по степени влияния загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья экспонируемого населения.

В таблице представлен фрагмент отчета по контрольным показателям реализации мероприятий Комплексного плана¹³ по снижению выбросов и социально значимым последствиям и их оценка в динамике за период 2017–2019 гг.

Подведены предварительные итоги выполнения контрольных показателей за 2019 г. – первый год реализации природоохранных мероприятий в соответствии с Комплексным планом.

В 2019 г. не регистрировались превышения гигиенических нормативов по среднегодовым концентрациям ни по одному из загрязняющих веществ; превышение максимальных разовых концентраций наблюдалось по взвешенным веществам (2,0 ПДК), оксиду углерода (1,7 ПДК), диоксиду азота (1,4 ПДК), оксиду азота (4,2 ПДК), сероводороду (2,5 ПДК), фенолу (1,7 ПДК), хлориду водорода (8,8 ПДК), аммиаку (1,3 ПДК), формальдегиду (6,3 ПДК), этилбензолу (6,5 ПДК), бенз(а)пирену (3,6 ПДК). Также в 2019 г. был зарегистрирован рост значений среднегодовых концентраций по веществам, которые в значительной степени определяют риски здоровью населения: бензол, формальдегид, хром, медь, никель. Кроме того, снизились среднегодовые концентрации таких вредных для здоровья веществ, как бенз(а)пирен, сажа, взвешенные вещества, диоксид азота. Вклад этих веществ в канцерогенные и неканцерогенные риски существенно снизился, но это оказалось недостаточным не только для снижения рисков, но и для предотвращения их роста.

Структура канцерогенного риска по веществам изменилась в сторону увеличения влияния хрома и снижения доли формальдегида, бензола, сажи, хотя совокупный удельный вес последних трех загрязнителей продолжает оставаться высоким (44,3 %).

Смертность от всех причин в последующие два года (2018–2019 гг.) снизилась на 2,5 % и вышла из списка приоритетных показателей, значения которых превышают средние данные по России и Сибири. В то же время среди жителей г. Омска по сравнению с 2017 г. увеличилась смертность от болезней органов дыхания на 4,7 %. Младенческая смертность снизилась на 12,3 %, но целевого значения пока не достигла.

Впервые выявленная заболеваемость в течение 2018–2019 гг. по большинству классов болезней снизилась; вышли из перечня приоритетных заболеваний эндокринные заболевания и заболевания кожи, подкожной клетчатки. У детей и подростков значительно улучшились показатели заболеваемости крови и кроветворных органов, в том числе

¹¹ Паспорт национального проекта «Здравоохранение» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24 декабря 2018 г.) [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/72185920/> (дата обращения: 14.07.2020).

¹² Ширинский В.А. Гигиеническая оценка формирования здоровья населения крупного административно-хозяйственного центра в условиях социально-экономического кризиса: автореф. дис...канд. мед. наук. – СПб., 2003. – 52 с.

¹³ Информация о реализации регионального проекта «Чистый воздух». Правительство Омской области [Электронный ресурс]. – URL: <https://data.gov.ru/opendata/7703381225-transport> (дата обращения: 14.07.2020).

Примерная структура контрольных показателей реализации мероприятий Комплексного плана по снижению выбросов и их оценка в динамике за период 2017–2019 гг., г. Омск (фрагмент отчета)

Группа показателей / Мониторюемый показатель*	Среднеголетний показатель (2009–2017 гг.)	Показатель по годам				Оценка достижения целе- вых показателей
		2017	2018	2019		
		Факт	Факт	Факт	Целевой показатель	
<i>Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (тонны в год)</i>						
Всего, в том числе:	181 070	163 700	186 500	161 390** (Снижение на 2310 т, 1,4 %)	159 800 (Снижение на 3928 т, на 2,4 %)	Целевой показатель не достигнут
формальдегид	12,5	10,52	10,45	Данные будут предоставлены в 4 кв. 2020 г.	Снижение на 8,8 % (9,6 т)	
<i>Превышение гигиенических нормативов (ПДК)</i>						
Доля проб с превы- шением ПДК _{кр}	0,73 %	0,40 %	0,40 %	0,49 %	0,0 %	Целевой показатель не достигнут; рост
<i>Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ по данным экологического и социально-гигиенического мониторингов</i>						
Бензол	0,006	0,005	0,006	0,007	< 0,03	Целевой показатель достигнут; рост
Бенз(а)пирен	$8,3 \cdot 10^{-7}$	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	$7,8 \cdot 10^{-7}$	$< 1,0 \cdot 10^{-6}$	Целевой показатель достигнут; сниже- ние
Формальдегид	0,0087	0,007	0,0093	0,0095	< 0,003	Целевой показатель не достигнут; рост
<i>Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск</i>						
Для всего населения	$5,16 \cdot 10^{-4}$	$2,45 \cdot 10^{-4}$	$4,58 \cdot 10^{-4}$	$4,69 \cdot 10^{-4}$	$< 1,0 \cdot 10^{-4}$ (допустимый уровень)	Целевой показатель не достигнут; рост
<i>Индекс опасности развития неканцерогенных эффектов для группы веществ с однонаправленным действием</i>						
Органы дыхания	11,5	9,82	10,69	11,39	$\leq 3,0$ (допустимый уровень)	Целевой показатель не достигнут; рост
Иммунная система	4,2	2,82	4,20	5,05	$\leq 3,0$ (допустимый уровень)	Целевой показатель не достигнут; рост
<i>Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ</i>						
Формальдегид	2,7	2,4	3,1	3,2	$\leq 1,0$ (допустимый уровень)	Целевой показатель не достигнут; рост
Марганец	1,4	1,4	1,2	1,0	$\leq 1,0$ (допустимый уровень)	Целевой показатель достигнут; сниже- ние
<i>Смертность населения г. Омска</i>						
Смертность от бо- лезней органов ды- хания на 100 тысяч населения	49,0	38,0	36,0	39,8	Средние данные по РФ 49,1	Целевой показатель достигнут; рост
Младенческая смертность	5,1	5,7	5,58	5,0	4,5	Целевой показатель не достигнут; сни- жение
<i>Первичная заболеваемость населения (на 100 тысяч человек соотв. возраста) г. Омска</i>						
Заболеваемость детей в возрасте до 14 лет астмой, астма- тическим статусом	143,46	134,4	98,2	205,3	Средние данные по РФ**	Резкий рост
<i>Дополнительные неблагоприятные исходы для населения под воздействием отдельных загрязняющих веществ</i>						
Количество случаев смерти от сердечно- сосудистых заболе- ваний при воздейст- вии РМ _{2,5}	–	9	0	0	0	Целевой показатель достигнут; сниже- ние

Примечание:

* – перечень показателей представлен выборочно для наглядности и не является полным;

** – предварительные данные, уточнение в четвертом квартале 2020 г.

анемии. Показатели заболеваемости органов пищеварения, кровообращения, нервной системы, врожденных аномалий продолжали оставаться в числе приоритетных. Кроме того, в 2019 г. у детей до 14 лет и взрослых 18 лет и старше сохранилась тенденция к увеличению заболеваемости астмой, астматическим статусом. Продолжился рост заболеваемости детей первого года жизни, в том числе болезнями органов дыхания, пищеварения, врожденными аномалиями.

Выводы. На начальном этапе реализации федерального проекта важно получить максимально объективную информацию о рисках здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха, в том числе по микротерриториям, за счет формирования адекватной гигиеническим задачам лабораторной сети наблюдения за качеством атмосферного воздуха, сводных расчетов приземных концентраций, основанных на объективных отчетных данных об источниках загрязнения.

Первый год реализации природоохранных мероприятий в соответствии с Комплексным планом (2019 г.) не показал «прорывного» улучшения качества атмосферного воздуха. Несмотря на снижение среднегодовых концентраций целого ряда загрязняющих веществ, многие показатели не достигли целевых значений. Понятно, что и социально значимый эффект в виде улучшения показателей популяционного здоровья можно получить только при значительном и длительном снижении уровня загрязненности воздуха населенных мест. О недостаточной эффективности снижения выбросов с позиции их влияния на показатели здоровья указы-

вают некоторые исследователи, рассматривающие первые результаты частично реализованных мероприятий в городах проекта «Чистый воздух» [1].

Учитывая новые цели по масштабному снижению выбросов приоритетных загрязняющих веществ в два раза до 2030 г. (что может действительно улучшить состояние популяционного здоровья населения), необходимо уже в текущем 2020 г. включить в Комплексный план корректирующие организационные и технические мероприятия, способные обеспечить существенное снижение объемов выбросов риск-образующих веществ к 2024 г. не менее чем на 20–25 % от уровня 2017 г. Потребуется работа по усилению контроля выполнения мероприятий по снижению выбросов указанных веществ.

В целях проведения объективного и своевременного контроля реализации мероприятий федерального проекта, на наш взгляд, необходимо разработать перечень мониторируемых показателей, периодичность сбора и контроля данных, систему оценки контрольных показателей для оперативного реагирования и внесения корректирующих поправок. Особенно важно определиться с перечнем и оценкой социально значимых показателей (показателей здоровья), ассоциированных с качеством атмосферного воздуха и учитывающих региональную специфику загрязнения, климата и социально-экономических условий.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Ревич Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения [Электронный ресурс] // Экологический вестник России. – 2019. – URL: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya> (дата обращения: 07.07.2020).
2. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
3. Загрязнение воздуха и здоровье детей: рекомендуем чистый воздух. Резюме. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2018. – 32 с.
4. Estimated long-term ambient concentrations of PM₁₀ and development of respiratory symptoms in a nonsmoking population / D.E. Abbey, B.L. Hwang, R.J. Burchette, T. Vancuren, P.K. Mills // International Archives for Occupational and Environmental Health. – 1995. – Vol. 50, № 2. – P. 139–152. DOI: 10.1080/00039896.1995.9940891
5. Improvements in PM₁₀ exposure and reduced rates of respiratory symptoms in a cohort of Swiss adults (SAPALDIA) / C. Schindler, D. Keidel, M.W. Gerbase, E. Zemp, R. Bettschart, O. Brändli, M.H. Brutsche, L. Burdet [et al.] // American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. – 2009. – Vol. 179, № 7. – P. 579–587. DOI: 10.1164/rccm.200803-3880C
6. Особенности экологически обусловленной заболеваемости детского населения г. Казани / Н.В. Степанова, Н.З. Юсупова, Л.Р. Хайруллина, М.В. Целищева // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2019. – № 4. – С. 35–37.
7. Принципы управления риском здоровью населения на основе анализа мероприятий по снижению промышленных выбросов / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, С.А. Сковронская, С.В. Иванова, А.В. Мацюк // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сборник по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2018. – С. 14–19.
8. Тихонова И.В., Кольдибекова Ю.В., Землянова М.А. Анализ причинно-следственных связей изменения некоторых биохимических и функциональных показателей у детей с повышенным содержанием в биосредах химических веществ, тропных к органам дыхания // Профилактическая медицина – 2019: сборник научных трудов конференции всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб., 2019. – С. 182–187.
9. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

10. Методические подходы к исследованию результативности и резервов управления в системе Роспотребнадзора по критериям предотвращенных потерь здоровья населения Российской Федерации / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер, В.Г. Костарев // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 125–134.
11. Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения крупного промышленного города и заболеваемость злокачественными новообразованиями / В.М. Боев, Л.В. Зеленина, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 279, № 6. – С. 4–7.
12. Зайцева Н.В., Селюнина С.В., Цинкер М.Ю. Оценка влияния санитарно-гигиенических и социально-экономических факторов среды обитания на показатели онкозаболеваемости и онкосмертности населения Кировской области // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 255, № 6. – С. 4–6.
13. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease / C.A. Pope, R.T. Burnett, G.D. Thurston, M.J. Thun, E.E. Calle, D. Krewski, J.J. Godleski // Circulation. – 2004. – Vol. 109, № 1. – P. 71–77. DOI: 10.1161/01.CIR.0000108927.80044.7F
14. Chronic exposure to fine particles and mortality: an extended follow-up of the Harvard Six City study from 1974 to 2009 / J. Lepeule, F. Laden, D. Dockery, J. Schwartz // Environmental Health Perspectives. – 2012. – Vol. 120, № 7. – P. 965–970. DOI: 10.1289/ehp.1104660
15. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010 / S.S. Lim, T. Vos, A.D. Flaxman, G. Danaei, K. Shibuya, H. Adair-Rohani, M. Amann, H.R. Anderson [et al.] // The Lancet. – 2012. – Vol. 380, № 9859. – P. 2224–2260. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8
16. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Х.Х. Хамидулина, Н.С. Скворцова, Т.Н. Унгурияну, С.В. Иванова // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92, № 4. – С. 19–24.
17. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM_{2,5} и PM₁₀) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 142–147.
18. Изменение качества атмосферного воздуха в Москве в 2006–2012 гг. и риски для здоровья населения / Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников, С.Л. Авалиани, Е.А. Лезина, Е.Г. Семутникова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2015. – Т. XXVI, № 1. – С. 91–122.
19. Май И.В., Кокоулина А.А., Балашов С.Ю. К вопросу оптимизации мониторинга качества атмосферного воздуха для реализации федерального проекта «Чистый воздух» // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 11. – С. 931–936.
20. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Васильев В.С. Об организации работы по обеспечению качества атмосферного воздуха в период проведения Всемирной зимней универсиады в г. Красноярске (2–12 марта 2019 г.) // Актуальные вопросы общественного здоровья и здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации: сборник по материалам всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию Иркутского государственного медицинского университета / под ред. Г.М. Гайдарова. – Иркутск, 2019. – С. 247–251.
21. Опыт и перспектива применения анализа риска здоровью при реализации федерального проекта «Чистый воздух» для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.В. Митягина, Т.А. Погонина // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: сборник по материалам X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2020. – С. 231–239.
22. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, М.В. Волкодаева, Г.Б. Еремин // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 82–86.
23. Оптимизация системы мониторинга качества среды обитания для целей управления риском здоровью населения / С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, Е.В. Судакова, С.А., Скворонская С.В. Иванова, А.В. Мацюк // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сборник по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2018. – С. 199–204.
24. Качество атмосферного воздуха в мегаполисах и риски здоровью населения // Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования / под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 640 с.
25. Харьков Т.Л., Кваша Е.Л., Ревич Б.А. Сравнительная оценка смертности населения в российских и зарубежных мегаполисах // Проблемы прогнозирования. – 2018. – Т. 171, № 6. – С. 150–159.
26. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, А.Л. Мишина, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1125–1129.
27. Ранжирование радиационных и химических рисков для здоровья населения, проблемы и пути решения / С.В. Панченко, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, А.А. Аракелян // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2018: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции / под ред. Л.И. Лукиной, Н.А. Бежина, Н.В. Ляминой. – Севастополь, 2018. – С. 930–933.

О ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Омска / А.С. Крига, С.В. Никитин, Е.Л. Овчинникова, О.В. Плотникова, А.С. Колчин, М.Н. Черкашина, И.Г. Винокурова, М.А. Дунаева // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 31–45. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.04

UDC 614.71

DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.04.eng

Read
online

Research article

ON IMPLEMENTATION OF «CLEAN AIR» FEDERAL PROJECT IN OMSK**A.S. Kriga¹, S.V. Nikitin², E.L. Ovchinnikova^{2,3}, O.V. Plotnikova³, A.S. Kolchin³,
M.N. Cherkashina², I.G. Vinokurova², M.A. Dunaeva²**¹Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Omsk Region office, 98 10 let Oktyabrya Str., Omsk, 644001, Russian Federation²Center for Hygiene and Epidemiology in Omsk region, 42 A 27-ya Severnaya Str., Omsk, 644116, Russian Federation³Omsk State Medical University, 12 Lenina Str., Omsk, 644099, Russian Federation

The first two years of «Clean air» Federal project in Omsk have been completed and preliminary results have been estimated. The present work deals with issues related to implementation of the Complex program aimed at reducing emissions, highlights the sanitary-epidemiologic situation related to air contamination in settlements, and describes activities aimed at optimizing a laboratory network used for monitoring over ambient air quality. It is essential to obtain maximum objective data on population health risks caused by ambient air contamination at the initial stage of the Federal project implementation.

Our research goal was to estimate intermediate results in the Federal project implementation taking into account preliminary analysis of sanitary epidemiologic welfare in Omsk related to ambient air contamination.

Our research object was ambient air quality in Omsk, potential health risks and population health parameters associated with ambient air contamination over 2009–2019.

The examination was performed in accordance with a procedure for health risk assessment under exposure to chemicals (R 2.1.10.1920-04), as well as procedures, approaches, and algorithms stipulated in the normative and methodological documents MR 2.1.6.0158-19, MR 2.1.6.0156-19, with use of geoinformation technologies and statistical procedures.

The research allowed substantiating a program for monitoring over ambient air quality taking into account all the existing monitoring systems basing on spatial distribution of total hazard quotient (S) in Omsk residential area and preliminary data obtained via aggregated calculations of ground contaminants concentrations. We suggested a list of control parameters and a procedure for their estimation in order to provide objective and timely monitoring over implementation of the Complex program aimed at reducing emissions into ambient air in Omsk. Implementation of the Complex program was estimated as per results of certain activities accomplished within it in 2019.

Key words: «Clean air» Federal project, ambient air contamination, emissions, priority contaminants, monitoring, health risk, population health.

References

1. Revich B.A. Natsional'nyi proekt «Chistyj vozdukh» v kontekste okhrany zdorov'ya naseleniya [«Clean air» federal project within the context of population health protection]. *Ekologicheskii vestnik Rossii*, 2019. Available at: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya> (07.07.2020) (in Russian).

© Kriga A.S., Nikitin S.V., Ovchinnikova E.L., Plotnikova O.V., Kolchin A.S., Cherkashina M.N., Vinokurova I.G., Dunaeva M.A., 2020

Aleksandr S. Kriga – Candidate of Medical Sciences, Supervisor (e-mail: rpn@55.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (3812) 32-60-32; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2597-6662>).

Sergei V. Nikitin – Candidate of Medical Sciences, Chief Physician (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; tel.: +7 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8629-2264>).

Elena L. Ovchinnikova – Candidate of Medical Sciences, Physician, Associate professor (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; tel.: +7 (3812) 68-09-77, +7 (913) 649-10-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617>).

Ol'ga V. Plotnikova – Candidate of Medical Sciences, Associate professor, Head of the Department (e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; tel.: +7 (913) 974 31-36; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0696-3516>).

Andrei S. Kolchin – Candidate of Medical Sciences, Associate professor (e-mail: kandsmed@yandex.ru; tel.: +7 (913) 679-90-11; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784>).

Marina N. Cherkashina – Head of the Department for Activities Organization and Provision (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; tel.: +7 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9649-8784>).

Irina G. Vinokurova – Head of the Department for Social and Hygienic Monitoring (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; tel.: +7 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9712-9673>).

Marina A. Dunaeva – Head of the Department for IT and Software Provision (e-mail: fbuz55@mail.omsksanepid.ru; tel.: +7 (3812) 68-09-77; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9961-4480>).

2. Popova A.Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
3. Air pollution and child health: prescribing clean air: summary. Geneva, World health organization Publ., 2018, 32 p. (in Russian)
4. Abbey D.E., Hwang B.L., Burchette R.J., Vancuren T., Mills P.K. Estimated long-term ambient concentrations of PM10 and development of respiratory symptoms in a nonsmoking population. *International Archives for Occupational and Environmental Health*, 1995, vol. 50, no. 2, pp. 139–152. DOI: 10.1080/00039896.1995.9940891
5. Schindler C., Keidel D., Gerbase M.W., Zemp E., Bettschart R., Brändli O., Brutsche M.H., Burdet L. [et al.]. Improvements in PM10 exposure and reduced rates of respiratory symptoms in a cohort of Swiss adults (SAPALDIA). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2009, vol. 179, no. 7, pp. 579–587. DOI: 10.1164/rccm.200803-388OC
6. Stepanova N.V., Yusupova N.Z., Khairullina L.R., Tselishcheva M.V. Environment-related morbidity of children population in Kazan. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya*, 2019, no. 4, pp. 35–37 (in Russian).
7. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Skovronskaya S.A., Ivanova S.V., Matsyuk A.V. Printsipy upravleniya riskom zdorov'yu naseleniya na osnove analiza meropriyatii po snizheniyu promyshlennykh vybrosov [Principles of health risk management based on analysis of activities aimed at reducing industrial emissions]. *Aktual'nye voprosy analiza riska pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebitel'ei: sbornik po materialam VIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii c mezhdunarodnym uchastiem*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, 2018, pp. 14–19 (in Russian).
8. Tikhonova I.V., Koldibekova Yu.V., Zemlyanova M.A. Analiz prichinno-sledstvennykh svyazei izmeneniya nekotorykh biokhimicheskikh i funktsional'nykh pokazatelei u detei s povyshennym sodержaniem v biosredakh khimicheskikh veshchestv, tropnykh k organam dykhaniya [Analysis of cause-and effect relations between changes in certain biochemical and functional parameters in children and increased concentrations of chemicals tropic to respiratory organs in biological media]. *Profilakticheskaya meditsina-2019: sbornik nauchnykh trudov konferentsii Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii c mezhdunarodnym uchastiem*. Sankt-Peterburg, 2019, pp. 182–187 (in Russian).
9. Gigienicheskie aspekty narusheniya zdorov'ya detei pri vozdeystvii khimicheskikh faktorov sredy obitaniya [Hygienic aspects of health disorders in children under exposure to chemical environmental factors]. In: N.V. Zaitseva ed. Perm', Knizhnyi format Publ., 2011, 489 p. (in Russian).
10. Zaitseva N.V., Kiryanov D.A., Tsinker M.Yu., Kostarev V.G. Methodical approach to the investigation of reserves in the performance and management in the system of federal service for surveillance over consumer rights protection and human well-being (Rospotrebnadzor) as according to prevented health losses in the population of the Russian Federation. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 2, pp. 125–134 (in Russian).
11. Boev V.M., Zelenina L.V., Kryazhev D.A., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Analysis on exposure carcinogenic risk of environmental factors on health largest industrial cities and malignant tumors. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2016, vol. 279, no. 6, pp. 4–7 (in Russian).
12. Zaitseva N.V., Selyunina S.V., Tsinker M.Yu. Assessment of influence sanitary and hygienic and socio-economic factors of habitat on cancer incidence and onkosmertnosti indicators population of the Kirov region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 255, no. 6, pp. 4–6 (in Russian).
13. Pope C.A., Burnett R.T., Thurston G.D., Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., Godleski J.J. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*, 2004, vol. 109, no. 1, pp. 71–77. DOI: 10.1161/01.CIR.0000108927.80044.7F
14. Lepeule J., Laden F., Dockery D., Schwartz J. Chronic exposure to fine particles and mortality: an extended follow-up of the Harvard Six City study from 1974 to 2009. *Environmental Health Perspectives*, 2012, vol. 120, no. 7, pp. 965–970. DOI: 10.1289/ehp.1104660
15. Lim S.S., Vos T., Flaxman A.D., Danaei G., Shibuya K., Adair-Rohani H., Amann M., Anderson H.R. [et al.]. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 2012, vol. 380, no. 9859, pp. 2224–2260. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8
16. Novikov S.M., Shashina T.A., Khamidulina Kh.Kh., Skvortsova N.S., Unguryanu T.N., Ivanova S.V. Current problems in the system of state regulation of chemical safety. *Gigiena i sanitariya*, 2013, vol. 92, no. 4, pp. 19–24 (in Russian).
17. Zagorodnov S.Yu., May I.V., Kokoulina A.A. Fine-disperse particles (PM_{2.5} and PM₁₀) in atmospheric air of a large industrial region: issues related to monitoring and standardization of suspended particles in industrial emissions. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 2, pp. 142–147 (in Russian).
18. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Avaliani S.L., Lezina E.A., Semutnikova E.G. Changes in air quality in moscow in 2006–2012 and associated health risks. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*, 2015, vol. XXVI, no. 1, pp. 91–122 (in Russian).
19. May I.V., Kokoulina A.A., Balashov S.Yu. On the issue of optimization of atmospheric air quality monitoring for the implementation of the federal project «Clean air». *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 11, pp. 931–936 (in Russian).
20. Goryaev D.V., Tikhonova I.V., Vasil'ev V.S. Ob organizatsii raboty po obespecheniyu kachestva atmosfernogo vozdukha v period provedeniya Vsemirnoi zimnei universiady v g. Krasnoyarske (2–12 marta 2019 g.) [On organizing activities aimed at providing ambient air quality during the Krasnoyarsk Winter Universiade 2019 (March 2–12, 2019)]. *Aktual'nye voprosy obshchestvennogo zdorov'ya i zdravookhraneniya na urovne sub"ekta Rossiiskoi Federatsii: sbornik po materialam Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu Irkutskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. In: G.M. Gaidarov ed. Irkutsk, 2019, pp. 247–251 (in Russian).

21. Avaliani S.L., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Mityagina A.V., Pogonina T.A. Opyt i perspektiva primeniya analiza riska zdorov'yu pri realizatsii federal'nogo proekta «Chisty vozdukh» dlya obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya [Experience and prospects in applying health risk analysis procedures in implementation of «Clean air» Federal project in order to provide sanitary-epidemiologic welfare of the population]. *Analiz riska zdorov'yu – 2020 sovместno s mezhdunarodnoi vstrechei po okruzhayushchei srede i zdorov'yu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya: sbornik po materialam X Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, 2020, pp. 231–239 (in Russian).
22. Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Volkodaeva M.V., Eremin G.B. The improvement of approaches to the assessment of effects of the anthropogenic air pollution on the population in order to management the risk for health. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 1, pp. 82–86 (in Russian).
23. Avaliani S.L., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Sudakova E.V., Skovronskaya S.A., Ivanova S.V., Mat-syuk A.V. Optimizatsiya sistemy monitoringa kachestva srede obitaniya dlya tselei upravleniya riskom zdorov'yu naseleniya [Optimization of systems for monitoring over environmental quality in order to manage population health risk]. *Aktual'nye vo-prosy analiza riska pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebitelei: sbornik po materialam VIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, 2018, pp. 199–204 (in Russian).
24. Kachestvo atmosfernogo vozdukha v megapolisakh i riski zdorov'yu naseleniya [Ambient air quality in megacities and population health risks]. *Chelovek v megapolise: opyt mezhdistsiplinarnogo issledovaniya*. In: B.A. Revich, O.V. Kuznetsova eds. Moscow, LENAND Publ., 2018, 640 p. (in Russian).
25. Khar'kova T.L., Kvasha E.L., Revich B.A. Comparative assessment of mortality rate of the population in Russian and foreign megacities. *Problemy prognozirovaniya*, 2018, vol. 171, no. 6, pp. 150–159 (in Russian).
26. Popova A.Yu., Gurchik V.B., Kuz'min S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 12, pp. 1125–1129 (in Russian).
27. Panchenko S.V., Novikov S.M., Shashina T.A., Arakelyan A.A. Ranging of radiation and chemical risks for health of population, problems and ways of their solutions. *Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost' – 2018: sbornik statei po materialam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. In: L.I. Lukina, N.A. Bezhin, N.V. Lyamina eds. Sevastopol', 2018, pp. 930–933 (in Russian).

Kruga A.S., Nikitin S.V., Ovchinnikova E.L., Plotnikova O.V., Kolchin A.S., Cherkashina M.N., Vinokurova I.G., Dunaeva M.A. On implementation of «Clean air» federal project in Omsk. *Health Risk Analysis*, 2020, no. 4, pp. 31–45. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.04.eng

Получена: 14.08.2020

Принята: 09.11.2020

Опубликована: 30.12.2020